



¿Adónde van los nutrientes del tambo?

Resultados de un relevamiento realizado por el proyecto Rotaciones en Tambo



Los tambos son sistemas de ciclo abierto; es decir, sistemas donde los nutrientes se mueven entre componentes biológicos y no biológicos en forma compleja. Pero además, para sumar complejidad y tal como ocurre en otros países del mundo, la lechería argentina atraviesa un proceso de intensificación asociado a una mayor participación de especies forrajeras anuales en desmedro de pasturas perennes. En este contexto, cabe preguntarse cuáles son los efectos que este cambio ejerce sobre los niveles de nutrientes de nuestros suelos.

Diversos trabajos desarrollados en la región pampeana han utilizado el balance de nutrientes a escala de predio para determinar la eficiencia de uso de los nutrientes. Estos balances también pueden ser utilizados como un indicador del riesgo ambiental del establecimiento: un valor positivo daría cuenta de una acumulación o una ganancia de nutrientes, mientras que un valor negativo podría indicar una sobreexplotación de su fertilidad. Cabe, sin embargo, destacar que un balance positivo no siempre es un buen indicador: la acumulación excesiva de un nutriente puede encerrar riesgos de contaminación.

Así, balances realizados en establecimientos tamberos de la región pampeana evidencian excesos de nitrógeno de entre 105 y 185 kilos por hectárea y por año, y de fósforo, de 2 a 18 kg/ha/año. En el primer caso, el resultado está fuertemente relacionado con la fijación biológica que realizan las pasturas de leguminosas (los manejos con alta carga son los que muestran mayor eficiencia en el uso de este nutriente), mientras que los excesos de fósforo son superiores en tambos que utilizan mayor cantidad de concentrados, principal fuente de fósforo.

Otro sistema de evaluación utilizado es el balance del rodeo de ordeño, que se realiza a escala de “vaca”: se determinan las entradas (alimento), las salidas (leche) y la diferencia, representada por la cantidad de nutriente que se elimina en las excretas. Estos balances

se emplean para formular dietas más eficientes, como así también para estimar la cantidad de nutrientes excretados y el potencial uso agronómico de los efluentes. Tal como ocurre con los balances que se realizan a escala predial, los últimos arrojan resultados altamente positivos para nitrógeno y fósforo, asociados a la proporción de concentrados presentes en la dieta.

Ahora bien, aunque los balances a escala predial revelan el exceso o falta de nutrientes, la dinámica y complejidad de los tambos no permite establecer con claridad cuál es su destino final. Los productores aseguran que incluso cuando los balances son positivos, la respuesta a la aplicación de fertilizantes nitrogenados que presentan las gramíneas de los tambos es elevada, lo que lleva a pensar que el nutriente no está retornando a los potreros. Entonces, ¿adónde van los

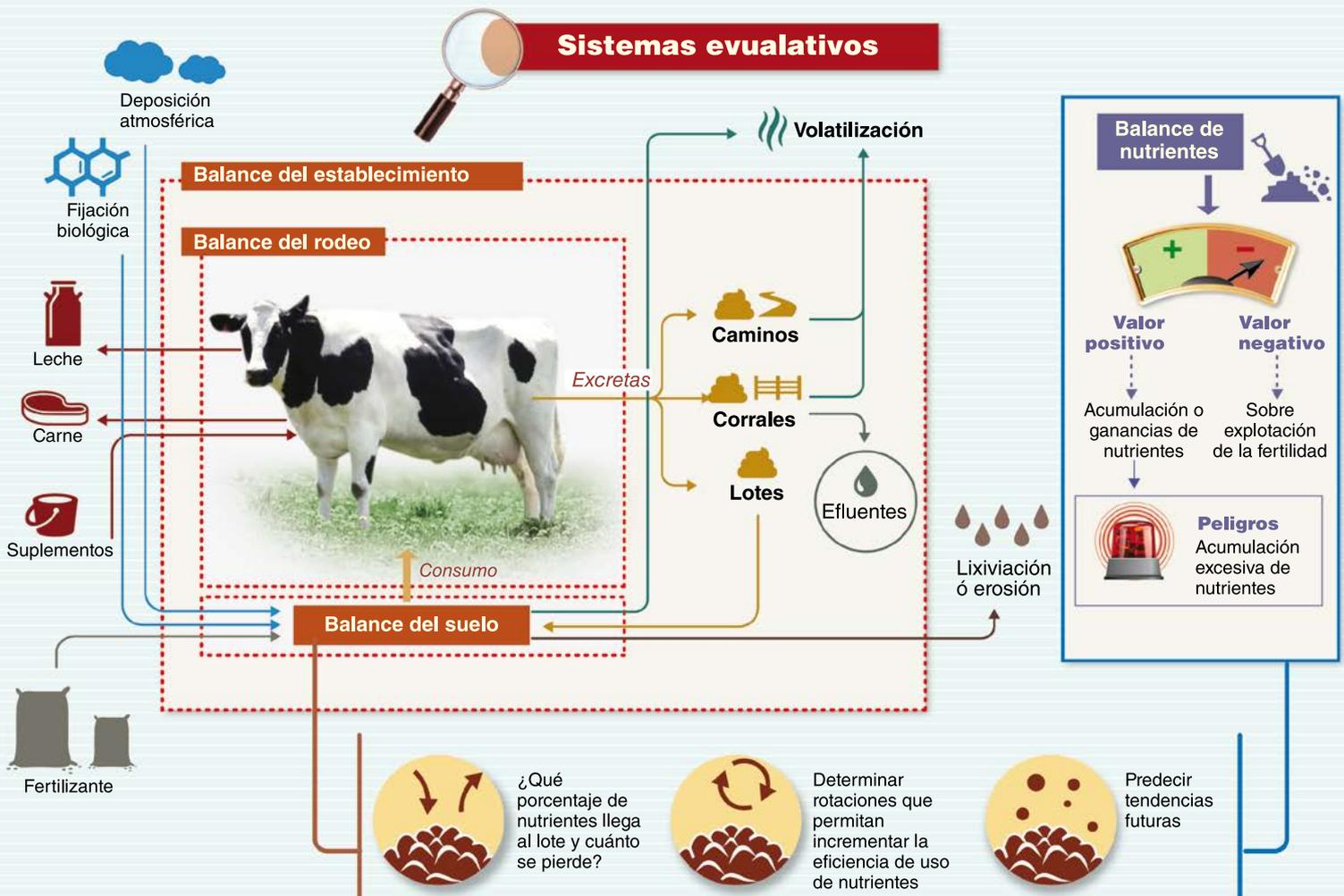
nutrientes en el tambo? ¿Qué porcentaje llega al lote y cuánto se pierde?

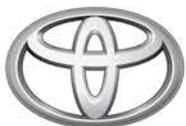
Rotaciones en Tambo

A partir de una serie de encuestas realizadas a tambos CREA, el proyecto Rotaciones en Tambo intentó responder estos interrogantes. En total, se relevaron 68 establecimientos lecheros; los resultados permitieron construir escenarios promedio para las zonas analizadas.

En primer lugar, se definieron las prácticas de manejo más habituales en las cuencas lecheras principales: Abasto, Oeste de Buenos Aires y Centro de Santa Fe-Córdoba.

En cada una de estas zonas se realizaron balances a escala de lote (figura 1) y una conjunción de balances a escala de predio y del rodeo de ordeño. Es importante destacar que no solo se





TOYOTA

SI SOS MIEMBRO CREA
TREOS TE BRINDA
BENEFICIOS EXCLUSIVOS

EN TODA LA LINEA OKM Y ACCESORIOS!



NUEVA
HILUX



NUEVA
SW4



COROLLA



TREOS 20 AÑOS

LA MEJOR ATENCIÓN

FINANCIACIÓN - TOMAMOS USADOS

CONFIANZA, SEGURIDAD, EXPERIENCIA.

ASESOR EXCLUSIVO: FERNANDO MONTAOS

Email: fmontaos@treos.com.ar - **Celular:** (011) 15-4407.2877



TREOS

CONCESIONARIO OFICIAL

AV. LIBERTADOR 1840 V. LOPEZ

www.treos.com.ar

consideraron nitrógeno y fósforo, sino también potasio, azufre, calcio, magnesio, cobre y zinc; importantes tanto para las pasturas como para la nutrición de los animales, la producción de leche y la sanidad de los rodeos.

El ingreso de nutrientes se computó a partir de la dosis de fertilizantes utilizada, así como de concentrados y alimentos externos, del aporte atmosférico (fijación biológica de nitrógeno y deposición de nutrientes) y del agua de bebida. También se consideraron los nutrientes extraídos por las plantas y cosechados por los animales, y los que se perdieron por lixiviación.

A partir del consumo de los animales, se estimó la producción de leche y de excretas. En función del tiempo que los animales pasaban en el lote, se ponderó la proporción de las excretas que retornaba al suelo. Los cálculos se efectuaron para los sistemas modales de cada cuenca, utilizando coeficientes y valores de referencia publicados por IPNI, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), UBA e INTA, como así también datos arrojados por las mismas encuestas (cuadros 1 y 2).

Una vez determinado el balance para cada nutriente, se estableció un balance de eficiencia

(BE), calculado como el cociente entre el balance del nutriente y la cantidad de nutriente exportado en la leche.

$$BE: \frac{\text{Balance de nutriente (kg/ha)}}{\text{Nutriente exportado en la leche (kg/ha)}}$$

Este indicador da una idea de qué nutriente está presente en exceso o es exportado de nuestros suelos por cada unidad de nutriente que exige la producción de leche.

Con la suma de todos los balances de eficiencia en valores absolutos, se generó un índice de balance nutricional (IBN), donde un valor mayor supone un mayor desbalance nutricional, mientras que uno cercano a cero indicará un mayor balance nutricional de nuestros suelos.

Resultados

En promedio, las tres zonas tienen una base pastoril y un 60% de la rotación ocupada con pasturas perennes. La diferencia principal radica en que en la cuenca de Abasto las pasturas son predominantemente gramíneas, con algunas leguminosas. La zona Oeste es la que mayor proporción tiene de silo de maíz, y también allí se obtienen los mayo-

Cuadro 1. Proporción de recursos forrajeros en la rotación y manejo, en las tres cuencas lecheras consideradas

Zona	Pasturas			Verdeo de invierno			Silo		
	Prop. (%)	Fertilización (kg/ha)	Producción (kg MS/ha)	Prop. (%)	Fertilización (kg/ha)	Producción (kg MS/ha)	Prop. (%)	Fertilización (kg/ha)	Producción (kg MS/ha)
Abasto (n=20)	63*	S PDA: 120 R PDA: 120	9300	35	S PDA: 90 R Urea: 100	5900	29	S PDA: 100 R Urea: 120	11.500
Oeste (n=32)	59**	S PDA: 85 R PDA: 40	11.600	29	S PDA: 70 R Urea: 65	4650	37	S PDA: 80 R Urea: 85	12.350
Centro (n=14)	62**	S SPT: 100 R Yeso: 200	9100	16	S Urea: 60 R Urea: 40	5000	31	S PDA: 90 R Urea: 110	9700

*Pastura a base de gramíneas con leguminosas.

**Pastura a base de leguminosas con gramíneas.

Prop.: proporción en la rotación; S: siembra; R: refertilización; PDA: fosfato diamónico; SPT: superfosfato triple.

Cuadro 2. Precipitaciones, alimentación y producción por unidad de superficie (ha) en las tres cuencas lecheras analizadas

Zona	Precipitaciones (mm/año)	Alimento producido (kg MS/VO/año)	Concentrado (kg MS/VO/año)	Producción (litros leche/VO/año)
Abasto (n=20)	940	Forraje: 4490 Silo: 2535	3000	9510
Oeste (n=32)	895	Forraje: 4590 Silo: 3470	2700	10.190
Centro (n=14)	890	Forraje: 3600 Silo: 2285	2700	8170

rendimientos. Por su parte, la zona Centro es la que presenta menor proporción de verdeos de invierno.

Los datos de producción son bastante certeros en el caso de los silos, pero muy pobres para pasturas y verdeos. Esto se explica porque, según las encuestas, menos del 20% de los productores de la producción de las pasturas, y ninguno la de los verdeos de invierno, por lo que estos datos deben tomarse con precaución.

El balance de nutrientes permite predecir tendencias futuras y evaluar su impacto en el ambiente a nivel del ecosistema, de la región y global.



mo análisis permitió obtener el balance general de nutrientes en los suelos de un establecimiento. Para poder compararlos, se consideró una superficie de tambo de 200 hectáreas con 250 vacas en ordeño.

En general, en las tres cuencas, los balances resultaron positivos para todos los nutrientes en los lotes de pasturas y verdeos de invierno, donde los animales pastorean y excretan.

Sin embargo, fueron

muy negativos en lotes de cosecha de silo, donde los animales no ingresan (la baja proporción de silo general determina que, en promedio, los balances resulten positivos para nitrógeno y fósforo –excepto en Abasto donde existe mayor proporción de gramíneas–, y negativos para nutrientes poco considerados, como potasio y zinc). Un aumento en la participación de maíces

Balance de nutrientes por cuenca

Los balances se realizaron simulando lotes de pastura, verdeos de invierno y silo. También se efectuaron sobre un lote promedio, es decir, sobre el promedio de los lotes ponderados por el porcentaje de ocupación en la rotación. Este últi-

Cuadro 3. Balance de nutrientes (kg/ha/año) en los lotes de pasturas, silo y verdeo de invierno, y promedio de los lotes del establecimiento para la zona considerada

	Lote	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Azufre	Calcio	Magnesio	Cobre	Zinc	
Abasto	Pastura*	48	39	16	25	20	23	0,0522	-0,0153	
	Silo de maíz	-189	-25	-201	-35	-19	-0,1	-0,5212	-0,5212	
	Verdeo de invierno	16	27	33	21	32	13	0,0365	-0,0650	
	Lote promedio	-16	29	-39	10	18	10	0,005	-0,199	
	Balance de eficiencia	-0,26	2,57	-2,17	29,1	1,33	8,73	0,24	-0,62	
	Índice de balance nutricional	45,0								
Oeste	Pastura**	152	41	24	26	8	23	0,0618	0,0414	
	Silo de maíz	-219	-32	-216	-38	-21	-0,1	-0,5212	-0,5640	
	Verdeo de invierno	7	19	22	19	31	10,4	0,0307	-0,0692	
	Lote promedio	30	20	-61	4	6	4	-0,008	-0,219	
	Balance de eficiencia	0,45	1,64	-3,21	11,21	0,43	3,40	-0,36	-0,63	
	Índice de balance nutricional	21,3								
Centro	Pastura**	127	36	23	45	45	21	0,0520	0,0333	
	Silo de maíz	-156	-20	-168	-28	-14	-0,1	-0,5212	-0,4306	
	Verdeo de invierno	20	9	24	20	36	12,3	0,0316	-0,0851	
	Lote promedio	44	19	-35	30	42	8	0,008	-0,132	
	Balance de eficiencia	0,85	1,94	-2,28	97,6	3,60	7,98	0,44	-0,48	
	Índice de balance nutricional	115,1								

*Pastura a base de gramíneas con leguminosas. **Pastura a base de leguminosas con gramíneas.



Gonzalo Berhongaray.

para silo tendría un impacto muy negativo sobre el nivel de nutrientes en los suelos.

Aportes

En el caso del nitrógeno, el mayor aporte se produjo por fijación biológica, la cual está directamente relacionada con la producción de biomasa. Este valor, de suma importancia, es quizás el que genera mayor incertidumbre, ya que los últimos ensayos de fijación biológica realizados en la

región pampeana tienen más de 20 años. Por otra parte, es habitual escuchar que hay preocupación porque las alfalfas no nodulan, y se pone en duda su capacidad actual de fijación biológica de nitrógeno. El aporte realizado por los fertilizantes representó, en promedio, un 30% del ingreso del nutriente al sistema.

En los casos del fósforo, potasio, cobre y zinc, el mayor aporte fue indirecto, a través de los alimentos importados que luego ingresaron a los lotes mediante las excretas. Otro aporte importante provino de los fertilizantes.

El agua de lluvia y el agua subterránea también efectúan una importante contribución de nutrientes al sistema. Estos ingresos representaron cerca del 70% del total del azufre, y alrededor del 30% del calcio y del magnesio. En la zona Centro se obtuvo un balance muy positivo de azufre y calcio, impulsado por el mayor uso de yeso como fertilizante.

Salidas

La exportación de nutrientes por la cosecha de forraje es la principal vía de salida. Los recursos forrajeros presentan distintos niveles de absorción de nutrientes; por lo tanto las salidas, y finalmente los balances, se ven notablemente afectados por el tipo de forraje utilizado. Por ejemplo, un silo de maíz extrae el doble de cobre que una alfalfa y cinco veces más de zinc por tonelada de materia seca producida.

Las pérdidas provocadas por la emisión del suelo a la atmósfera fueron estimadas a partir de coefi-

Fertilice con Diagnóstico
Haga análisis de su suelo
MAÍZ - SOJA
GIRASOL
TECNOAGRO S.R.L.
LABORATORIO INAGRO

Girardot 1331 (C1427KC) Bs As. Telefax: (011) 4553-2474 Líneas rotativas
 E-mail: tecnoagro@tecnoagro.com.ar Visítenos en nuestra www.tecnoagro.com.ar

¿Qué se propone el proyecto Rotaciones en Tambo?

Objetivo general

- Generar conocimientos y capacidades para lograr un manejo sostenible del recurso suelo en los sistemas primarios de producción lechera.

Objetivos específicos

- Realizar una descripción productiva de los sistemas de producción de leche de las principales cuencas lecheras y del ambiente donde estas se desarrollan, con énfasis en las rotaciones utilizadas y en los factores de manejo de mayor incidencia.
- Realizar balances de nutrientes en situaciones de manejo contrastantes.
- Generar una herramienta que contenga indicadores para la toma de decisiones vinculadas a prácticas de manejo que afecten la sostenibilidad del recurso suelo.
- Evaluar y comparar estrategias de manejo acoplando la herramienta generada con análisis económicos desarrollados por el equipo de Economía de CREA.
- Difundir y concientizar a técnicos y empresarios del impacto productivo y económico que genera un mejor esquema de rotaciones, minimizando el impacto ambiental.

Impacto esperado

- Diagnosticar el grado de riesgo actual respecto de la sostenibilidad de los actuales sistemas de producción.
- Proponer, a partir de la herramienta, un manejo más sostenible del recurso suelo en los sistemas de producción de leche del país.
- Proveer información de soporte para asistir a instituciones públicas y privadas en la toma de decisiones sobre el tema.

cientes fijos establecidos por el IPCC. Numerosos grupos de investigación argentinos trabajan para estimar estas emisiones en los tambos, por lo que pronto se obtendrán datos locales que permitirán ajustarlas.

Si bien la alfalfa consume entre dos y tres veces más calcio que las gramíneas, los balances negativos estuvieron asociados básicamente a los silos de maíz. Esto demuestra que el pastoreo directo tiene un importante efecto sobre el ciclo y el balance de los nutrientes.

Las excretas en la sala de ordeño, en los caminos y en las pistas de alimentación no fueron tenidas en cuenta como fuente de nutrientes por reciclar dentro del sistema productivo, ya que aún no hay legislación al respecto. Su reutilización permitiría optimizar los balances, con lo cual disminuirían los costos de producción y el riesgo ambiental de contaminación. Para ello, CREA cuenta con el Proyecto Efluentes, cuyo objetivo general consiste en promover una gestión eficiente y sostenible de los efluentes del tambo. Esta iniciativa procura promover la adaptación de soluciones tecnológicas rentables acordes a cada establecimiento, transferir conocimiento entre instituciones



públicas y privadas, y generar información para apoyar la mejora del marco regulatorio.

Balance general

El balance de eficiencia permite relativizar los balances parciales de cada nutriente y adecuarlos a los niveles necesarios para la producción de leche del establecimiento.

Así, por ejemplo, se detectaron excesos de azufre entre 10 y 100 veces superiores al que exige la producción. Otros nutrientes, como el nitrógeno, presentan balances importantes desde el punto de vista cuantitativo, pero menos importantes en términos relativos que los de un micronutriente como el zinc.

Balances realizados en tambos de la región pampeana revelan excesos de nitrógeno y de fósforo. Un balance positivo no siempre es bueno; si la acumulación es excesiva, hay riesgos de contaminación.



El índice general de desbalance IBN fue superior en la zona Centro, impulsado por un notable desbalance en azufre.

Conclusiones

El balance de nutrientes se presenta como una herramienta sólida para determinar el estado actual del sistema, predecir tendencias futuras y determinar

prácticas de manejo que permitan incrementar su eficiencia de uso.

Las leguminosas realizan un aporte importante de nitrógeno. Sin embargo, es necesario actualizar los valores de fijación biológica, tanto en pasturas puras como consociadas.

Los fertilizantes constituyen una fuente importante de nutrientes, sobre todo de nitrógeno y fósforo, mientras que el agua de lluvia y de bebida ofrece un importante aporte de cationes y micronutrientes, habitualmente poco considerados.

Por su parte, el uso de silo de maíz resulta sumamente extractivo en términos de nutrientes. Esta pérdida es compensada en las etapas pastoriles de la rotación. Un aumento de la proporción de silo comprometería el nivel de nutrientes en los suelos.

Como se mencionó, es importante considerar que un exceso de nutrientes encierra riesgos de contaminación. A futuro, será necesario intensificar el trabajo conjunto con el proyecto Efluentes para evaluar el impacto de estos excesos sobre el ambiente.

En una etapa ulterior, estas simulaciones deberán ser cotejadas con datos de suelos a campo. Además, se plantea evaluar alternativas para cada zona y generar una herramienta con indicadores para la toma de decisiones que permitan regular las prácticas de manejo más adecuadas para mantener la sostenibilidad del recurso suelo. Estas estrategias serán evaluadas y comparadas a partir de análisis económicos desarrollados por el equipo de Economía de CREA.  CREA

Gestión Agro y Ganadería

Nuestro software para su administración agropecuaria

Software Líder
para el Campo
y su Industria.

Seguimos acompañando
a los **CREA REGIONALES**

Próxima visita Santa Rosa



www.physis.com.ar

GONZALO BERTHONGARAY

Líder del proyecto Rotaciones en Tambo



**UNA MIRADA
DISTINTA,
EN NUTRICIÓN
ANIMAL**

PREMEZCLAS, CONCENTRADOS, BALANCEADOS.
BOVINOS DE TAMBO, FEEDLOT Y CABAÑA. PORCINOS.

PLANTA BOLÍVAR

Ruta 65 Km 270. Bolívar.
Buenos Aires. Argentina.

T (02314) 42.8342

PRIMIANUTRICION.COM.AR

EDP  **agro**